

Rozdział XI

OCENA STANU ODŻYWIENIA I SPOSOBU ŻYWIENIA

Przy każdorazowym określaniu stanu zdrowia pacjenta konieczną jest ocena jego stanu odżywienia.

Stan odżywienia to aktualny stan, w jakim znajduje się zespół cech morfologicznych, biochemicznych, czynnościowych organizmu zależnych od ilości i rodzaju dostarczanego pożywienia (z uwzględnieniem stopnia wchłaniania i wykorzystania składników odżywczych) informujący o stopniu wysycenia tkanek substancjami odżywczymi.

Przy ocenie stanu odżywienia uwzględniane są:

- 1) cechy morfologiczne (np. masa ciała, wysokość ciała, grubość podskórnej tkanki tłuszczowej, masa mięśniowa, wygląd skóry, przydatków skórnych i błon śluzowych);
- 2) cechy biochemiczne (np. stężenie substancji odżywczych, składników chemicznych, aktywność enzymów w komórkach i płynach ustrojowych);
- 3) cechy czynnościowe (np. wydolność fizyczna, immunokompetencja);
- 4) dynamika wzrastania i rozwoju (przy ocenie stanu odżywienia dzieci i młodzieży).

„Wartość” każdej z badanych cech jest porównywana z zakresami uznawanymi za prawidłowe/typowe dla danej rasy, narodowości, wieku, płci i stanu fizjologicznego. Zakresy te należy traktować jako normy.

Metody ustalania norm w ocenie stanu odżywienia:

1. Badania zdrowych populacji: badanie jakie wartości przyjmuje dana cecha w reprezentatywnej grupie ludności danego kraju (np. określanie średniej długości trwania życia, umieralności ogólnej, umieralności spowodowanej poszczególnymi chorobami głównie niezakaźnymi, umieralności niemowląt itp.).

Dla każdej cechy mierzalnej wyliczana jest wartość średnia (**X**) oraz odchylenie standardowe (**SD**). Uwzględniając przedziały pomiędzy $-2SD$ a $+2SD$ stwierdzamy, że daną cechę reprezentuje 97,9% danej populacji, natomiast w przedziale pomiędzy $-1SD$ a $+1SD$ określone wartości danej cechy są typowe dla 68,5% populacji.

2. Badania przebiegu naturalnie występujących w populacji chorób wynikających z nieprawidłowego żywienia: obserwacja zmian funkcjonalnych i strukturalnych, jakie towarzyszą chorobom na tle wadliwego żywienia.

3. Badania z wykorzystaniem zwierząt doświadczalnych: obserwacja zmian, jakie pojawiają się z powodu braku lub nadmiaru określonej substancji odżywczej. Określenie, w którym momencie dochodzi do nieprawidłowości w stanie odżywienia (niedoborów, nadmiarów) i jakie konsekwencje temu towarzyszą.

Określając stan odżywienia jednostki czy populacji, chcąc być w zgodzie z definicją stanu odżywienia, należałoby przeprowadzić wiele bardzo kosztownych badań laboratoryjnych, medycznych, żywieniowych. W praktyce wykazano, że pełen zakres badań jest konieczny tylko w nielicznych przypadkach. A to, jaki zakres badań należy wykonać u konkretnego pacjenta, zależy od tego, jakimi czynnikami zwiększającymi prawdopodobieństwo nieprawidłowości w stanie odżywienia jest on zagrożony.

1. CZYNNIKI PREDYSPONUJĄCE DO WYSTĄPIENIA ZABURZEŃ STANU ODŻYWIENIA

1.1. Specyficzne zapotrzebowanie na składniki odżywcze

To zapotrzebowanie odmienne niż typowe dla osób w tym samym wieku, tej samej płci i o zbliżonej masie ciała. Jest skutkiem zwiększonego lub obniżonego tempa przemiany materii.

1.2. Nieodpowiednia podaż pokarmu

Podaż pokarmu niezgodna z zapotrzebowaniem organizmu co do ilości dostarczanej energii i składników odżywczych.

Nieodpowiednia podaż pokarmu dotyczyć może:

- 1) populacji: w okresie wojen, klęsk żywiołowych oraz w innych sytuacjach, w których przyczyną zaniżonej podaży składników odżywczych jest brak pożywienia;
- 2) jednostki: gdy niedobory lub nadmiary żywieniowe są wynikiem:
 - A. Zaburzeń w ilości i jakości przyjmowanego pokarmu (błędy żywieniowe),
 - B. Zaburzeń w przyjmowaniu, trawieniu, wchłanianiu, rozprowadzaniu lub wydalaniu składników odżywczych (stany chorobowe).

Ad. A. Zaburzenia w ilości i jakości przyjmowanego pokarmu

Najczęstsze przyczyny błędów żywieniowych:

- ubóstwo (względy ekonomiczne);
- nieprawidłowe nawyki żywieniowe (często nabyte już w okresie dzieciństwa);
- nieprawidłowy tryb żywienia (niewłaściwa liczba posiłków, nieregularność ich spożycia);
- nieprawidłowe proporcje między poszczególnymi składnikami odżywczymi (np. nadmierne spożycie tłuszczów nasyconych, niedobór nienasyconych kwasów tłuszczowych, niedobory błonnika, nadmiary soli kuchennej, nadmiary rafinowanych produktów węglowodanowych);
- brak wystarczającej wiedzy na temat znaczenia racjonalnego żywienia;

- stosowanie drastycznych diet odchudzających bez kontroli specjalisty (lekarza, dietetyka);
- względy religijne;
- względy kulturowe;
- względy ideowe;
- utrudnienia w nabyciu produktów żywnościowych lub przygotowaniu posiłków z uwagi na kalectwo lub wiek;
- narkomania;
- alkoholizm.

Ad. B. Zaburzenia w przyjmowaniu, trawieniu, wchłanianiu, rozprowadzaniu lub wydalaniu składników odżywczych

Zaburzenia w przyjmowaniu składników odżywczych z uwagi na:

- utrudnienia w dostarczaniu pożywienia (drżenie rąk, amputacja kończyn górnych, płasowica);
- utrudnienia w procesie żucia pokarmu (np. schorzenia jamy ustnej, braki w uzębieniu);
- zaburzenia w połykaniu pokarmu (np. w chorobach neurologicznych);
- nieprawidłowa drożność przełyku (np. przy nowotworach przełyku);
- odmawianie przyjmowania pokarmu wynikające z chorób psychicznych (np. w schizofrenii);
- zaburzenia odżywiania o podłożu psycho-somatycznym (*anorexia nervosa, bulimia nervosa, pica*).

Zaburzenia w procesie trawienia i wchłaniania składników odżywczych z uwagi na:

- niedostateczną podaż soków trawiennych (mniejsze wydzielanie lub trudności w ich dopływie);
- nieprawidłową aktywność enzymów (zbyt niska aktywność lub stężenie enzymów spowodowane najczęściej stanami chorobowymi żołądka, trzustki, wątroby, dróg żółciowych);
- przyspieszony pasaż jelitowy, nadmierna perystaltyka jelit;
- choroby zapalne jelit (np. choroba Crohna);
- zespół jelita krótkiego;
- zespoły złego wchłaniania;
- obecność pasożytów w przewodzie pokarmowym;
- fizjologicznie obniżoną wydolność przewodu pokarmowego występującą u niemowląt i ludzi w podeszłym wieku.

Upośledzony metabolizm składników odżywczych:

- w chorobach narządów (nerek, wątroby, trzustki);
- przy przewlekłej niewydolności układu krążenia i/lub układu oddechowego co prowadzić może do niedotlenienia lub zaburzeń torów metabolicznych już na poziomie komórkowym;
- w alkoholizmie (zaburzenia metabolizmu komórkowego);
- w przypadku wrodzonych enzymopatii (fenyloketonuria, choroba syropu kłopotowego);

- w nietolerancji glutenu, laktozy;
- w wyniku urazów, infekcji, poparzeń (przewaga katabolizujących amin katecholowych, sterydów nad hormonami anabolizującymi).

Nadmierna utrata składników odżywczych:

- z moczem (zespół nerczycowy);
- z kałem (biegunki);
- ze zwracaną treścią pokarmową (w trakcie wymiotów, poprzez odsysanie treści żołądkowej);
- w stresie katabolicznym, czyli przy utracie własnych tkanek i płynów ustrojowych (krwotok, wysięk zapalny, procesy ropne, oparzenia, urazy, zabiegi chirurgiczne, rozpad guza nowotworowego);
- przy hemodializie.

1.3. Leki

Szeroka grupa leków wpływa na łaknienie, trawienie, wchłanianie i metabolizm składników odżywczych.

Interakcje leku z pokarmem mogą prowadzić do zmian:

- a) ilościowych (zwiększenie lub zmniejszenie efektu farmakologicznego);
- b) jakościowych (zmiana skutku działania leku).

Efekt interakcji leku z pożywieniem może być:

- a) korzystny – zwiększenie aktywności leku, wzrost dostępności biologicznej, a więc i przedłużenie efektu terapeutycznego;
- b) szkodliwy – zmniejszenie skuteczności działania leku (np. przy leczeniu tetracyklinami należy wykluczyć z diety produkty bogate w jony wapnia, magnezu, glinu), pojawienie się efektów ubocznych lub toksyczności leku (np. przy leczeniu inhibitorami MAO należy wyeliminować z diety produkty bogate w tyraminę).

Aby ustalić, czy którykolwiek z wyżej wymienionych czynników dotyczy konkretnej osoby (pacjenta) niezbędne jest przeprowadzenie **wywiadu lekarskiego**. Przeprowadzenie wywiadu lekarskiego pozwoli na zapoznanie się z historią stanu zdrowia i odżywienia pacjenta oraz poinformuje o aktualnych dolegliwościach. W przypadku gdy wystąpi zagrożenie którymś z czynników predysponujących do zaburzeń w stanie odżywienia, należy przeprowadzić specjalistyczne badania pozwalające określić, z jakiego typu niedoborami (nadmiarami) żywieniowymi mamy do czynienia, a to z kolei umożliwia przeprowadzenie leczenia żywieniowego zgodnie z indywidualnymi potrzebami pacjenta.

Spółród wszystkich osób z zaburzeniami w stanie odżywienia u ponad 90% przyczyna tkwi w nieprawidłowym sposobie żywienia (nieprawidłowo skomponowana dieta, nieprawidłowa wartość odżywcza i/lub energetyczna diety). W takich przypadkach najważniejsze jest wyeliminowanie błędów żywieniowych, a w następnej kolejności ustalenie ewentualnego podłoża chorobowego.

2. CHARAKTER ZABURZEŃ STANU ODŻYWIENIA

Zarówno niedożywienie, jak i nadmierne odżywienie można rozpatrywać w kategoriach ilościowych i jakościowych. Ilościowy niedobór lub nadmiar dotyczy energiodajnych składników pożywienia (białka, tłuszcze, węglowodany). Natomiast jakościowy niedobór lub nadmiar dotyczy składników pożywienia, które dla organizmu nie stanowią źródła energii (witaminy, składniki mineralne).

2.1. Niedożywienie

Wyróżnia się 3 fazy (etapy) wyczerpywania się zapasów ustrojowych:

I faza: niedobór potencjalny (ruszenie rezerw ustrojowych) – spadek stężenia konkretnych składników odżywczych w tkankach magazynujących i w moczu, z zachowaniem prawidłowego stężenia w surowicy. Nie występują żadne objawy kliniczne, brak jakichkolwiek dolegliwości. Jeśli u osoby będącej w tej fazie niedożywienia dojdzie do nagłego obciążenia metabolicznego organizmu (uraz, oparzenie, operacja) zwiększa się wydatek energetyczny, a co za tym idzie wzrasta zapotrzebowanie na składniki odżywcze i bardzo szybko może dojść do wystąpienia niedoboru jawnego z całym obrazem klinicznym.

II faza: niedobór utajony, przedkliniczny (wyczerpanie rezerw i mechanizmów wyrównawczych) – zmniejszenie stężenia danych składników w surowicy krwi, zmiany w obrazie biochemicznym, czynnościowym. Wystąpienie niespecyficznych dolegliwości, takich jak zmęczenie, złe samopoczucie, spowolnienie tempa rozwoju dzieci i młodzieży. Jeśli niedożywienie zostanie zdiagnozowane w tej fazie i niedobory będą wyrównane, to możliwy jest całkowity powrót do zdrowia, ale zależy on od tego, jakiego składnika odżywczego dotyczy niedobór, jak długo utrzymuje się żywienie niedoborowe oraz czy dotyczy taki stan osoby dorosłej, czy osoby w wieku rozwojowym. Powyższe czynniki są bardzo istotne z tego względu, iż długotrwałe niedożywienie występujące w okresie rozwojowym powoduje „zablokowanie” na pewnym etapie rozwoju somatycznego potencjalnych możliwości danego organizmu.

III faza: niedobór jawny, kliniczny – zaburzenia metaboliczne, specyficzne dolegliwości i objawy kliniczne charakterystyczne dla braku konkretnego składnika odżywczego, wiele nieodwracalnych strukturalnych zmian w tkankach i narządach.

Ze względu na rodzaj składników odżywczych, których deficyt występuje można wyróżnić:

- niedożywienie ilościowe,
- niedożywienie jakościowe.

2.1.1. Niedożywienie ilościowe

Przyjmowanie niedostatecznej ilości pożywienia lub wadliwe przyswajanie składników odżywczych prowadzące w pierwszej kolejności do niedoborów energetycznych, a następnie do niedoborów składników odżywczych. Przy niedożywieniu ilościowym istotne także jest zachowanie proporcji między poszczególnymi składnikami

odżywczymi. Biorąc ten czynnik pod uwagę można wyróżnić dwa podstawowe typy niedożywienia ilościowego:

1. **Niedożywienie energetyczno-białkowe (*marasmus*):** gdy proporcje między składnikami odżywczymi mogą być prawidłowe, ale ilość składników energiodajnych jest zaniżona wobec zapotrzebowania organizmu i dochodzi do deficytu energetycznego (np. przy długotrwałej głodówce).
2. **Niedożywienie białkowo-energetyczne (*kwashiorkor*):** gdy proporcje między składnikami odżywczymi są niezgodne z zalecanymi, a wartość energetyczna diety może być właściwa. W przypadku kwashiorkoru błąd żywieniowy polega na spożywaniu niedostatecznej ilości produktów białkowych przy spożywaniu produktów roślinnych wysokowęglowodanowych, co zaburza równowagę metaboliczną i w konsekwencji prowadzi do wielu zmian ustrojowych, a przy braku leczenia do śmierci (tab. 1).

Tabela 1

Zmiany towarzyszące niedożywieniu białkowo-energetycznemu

NIEDOBÓR ENERGETYCZNO-BIAŁKOWY PRZEWLEKŁY (pierwotnie niedobór kaloryczny) wycieńczenie – <i>emaciatio</i> , <i>inanitio</i> wyniszczenie, charłactwo – <i>cachexia</i> uwiąd – <i>marasmus</i>	zespół kliniczny	NIEDOBÓR BIAŁKOWO- ENERGETYCZNY OSTRY (pierwotnie niedobór białkowy przewyższający niedobór kaloryczny) kwashiorkor
długotrwałe żywienie niedoborowe choroby przewlekłe zespół złego wchłaniania wiek podeszły	czynniki przyczynowe	stres kataboliczny hipermetabolizm (gorączka, infekcja) (<i>stressed starvation</i>) dieta niebilansowana (głównie węglowodany), niebilansowane żywienie dożylne przewlekły niedobór energetyczno-białkowy dzieci
(okresowe) pomiary antropometryczne	podstawa diagnozy	badania biochemiczne
niska masa ciała [↓ ↓ BMI] obniżenie/zanik tkankowych zapasów energetycznych (tkanka tłuszczowa) cienkie fałdy skórno-tłuszczowe [↓ ↓ MAFA] obniżenie tkankowych zapasów białkowych (tkanka mięśniowa) niskie wartości obwodu i powierzchni mięśni ramienia [↓ MAMC, MAMA]	antropometria	niska masa ciała [↓ BMI] gwałtowne obniżenie tkankowych zapasów białkowych (zwł. mięśni szkieletowych, jelita, wątroby) niskie wartości obwodu i powierzchni mięśni ramienia [↓ ↓ LBM, MAC, MAMA] masa tłuszczowa zachowana lub obniżająca się powoli [↓ MAFA]
zahamowanie przyrostu masy ciała i wzrastania niskie wskaźniki: wysokość/wiek i masa/wiek [↓ wt/ht (<i>wasting</i>) recent <i>En deficit</i>] [↓ ht/age (<i>stunting</i>) chronic <i>PE deficit</i>] karłowatość opóźnienie rozwoju	antropometria dodatkowo u dzieci	zahamowanie przyrostu masy ciała (i wzrastania) niski wskaźnik: masa/wysokość [↓ wt/ht]

<p>mobilizacja wolnych kwasów tłuszczowych i aminokwasów</p> <p>związki ketonowe służą jako główne źródło energii dla tkanek</p> <p>glukoza jest oszczędzana dla tkanki mózgowej</p> <p>nasilona glukoneogeneza</p> <p>↓BMR, hipometabolizm</p> <p>↓temperatura ciała</p> <p>↓aktywność fizyczna, ↓ wydatek energetyczny</p> <p>↓zdolność do wysiłku fizycznego</p>	metabolizm	<p>mobilizacja aminokwasów (zużywane w katabolizmie oksydacyjnym i w glukoneogenezie)</p> <p>wolne kwasy tłuszczowe oszczędzone, utrzymana lipogeneza, zmniejszona lipoliza</p> <p>↑BMR, hipermetabolizm</p>
<p>zmniejszone wydzielanie hormonów:</p> <p>↓insuliny, upośledzona tolerancja glukozy</p> <p>↓glukagon, ↑ACTH, ↑kortyzol</p> <p>↑GH, ale ↓ wydzielania somatomedyny C w wątrobie</p> <p>↓konwersji T_4 do T_3 w wątrobie</p> <p>↓GnRH, amenorrhoea, zmniejszona laktacja,</p> <p>↓testosteron w surowicy</p>	stan hormonalny	<p>utrzymane wydzielanie insuliny</p> <p>↑ACTH, ↑kortyzol</p> <p>↑katecholaminy</p>
<p>podobne, bardziej powolne zubożenie ustrojowych zapasów białka</p> <p>dominuje wyczerpanie ustrojowej masy tłuszczowej</p>	utrata białka	<p>nasilenie syntezy i – w większym stopniu – rozpadu białek, szybkie obniżenie ustrojowej masy białka</p> <p>nagłe obniżenie stężeń białek i AA w surowicy:</p> <p>albuminy, prealbuminy, globuliny, lipoproteiny, białka wiążące: retinol, kortyzol, aldosteron, tyrodyne; transferyna, ceruloplazmina</p> <p>hemoglobina</p> <p>fibrinogen</p> <p>dopełniacz, interferon</p>
podobne, mniej nasilone	utrata składników mineralnych	nasilone wydalanie z moczem: N, P, K, Mg, Na, Cl
<p>podobne, bardziej powolne obniżenie wskaźników masy białkowej</p> <p>↓kreatynina w moczu dobowym</p>	inne zmiany biochemiczne	<p>↓mocznik w surowicy</p> <p>↓N mocznika/N całkowity w moczu</p> <p>ujemny bilans azotowy</p> <p>↓cholesterol w surowicy</p> <p>↑związki ketonowe w surowicy</p> <p>↓kreatynina w moczu dobowym</p> <p>↓OH-Pro w moczu dobowym</p> <p>↑3-CH₃-His w moczu dobowym</p>
podobne, mniej nasilone	zaburzenia immunologiczne	<p>upośledzona odpowiedź immunologiczna:</p> <p>↓odpowiedź komórkowa</p> <p>↓poźna nadwrażliwość (alergia skórna)</p> <p>↓chemotaksja i migracja neutrofilów</p> <p>↓funkcja bakterioobójcza neutrofilów</p> <p>↓liczba limfocytów</p> <p>↓tworzenie rozet przez limfocyty T</p> <p>↓uwrażliwianie limfocytów na nowe Ag</p> <p>↓odpowiedź humoralna na nowe Ag</p>

		(odp. humoralna anamnestyczna zachowana) ↓produkcji wydzielniczych IgA w drogach oddechowych zakażenia oportunistyczne
bez obrzęków, poza tym podobne, mniej nasilone objawy	zmiany tkankowe i narządowe	obrzęki odleżyny, opóźnione gojenie ran, „flaky paint” dermatitis włosy cienkie, matowe, odcinkowo odbarwione (objaw flagi), rzadkie anemia normocytowa normochromiczna ↓objętość krwi, ↓obj. wyrzutowa serca, ↓ciśnienie tętnicze zmiany w EKG: bradykardia ↓przepływ nerkowy i GFR hipotermia atrofia błony śluzowej przewodu pokarmowego ↓objętości soku trzustkowego i zawartości enzymów hepatomegalia, stłuszczenie wątroby

Według M. Adamska-Skuła, *Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka*, pod red. E. Kolarzyk (2000).

2.1.2. Niedożywienie jakościowe

Występuje przy stosowaniu diety niezgodnej z potrzebami organizmu i najczęściej związane jest z brakiem pojedynczego, egzogenego składnika pokarmowego (**specyficzny niedobór pokarmowy**). Może wynikać z nieprawidłowych nawyków żywieniowych, ze spożywania produktów przetworzonych (dostarczają one głównie kalorii bez wystarczającej ilości witamin i składników mineralnych) lub z innych czynników wpływających na zapotrzebowanie, lub zwiększoną utratę pojedynczych składników. Przykładowymi skutkami źle zbilansowanej diety są: niedokrwistość z niedoboru żelaza lub witaminy B₁₂ i kwasu foliowego, osteoporoza, krzywica (niedobór wit. D₃).

2.2. Nadmierne odżywienie

Nadmierne spożycie żywności staje się cechą charakterystyczną krajów wysoko uprzemysłowionych. Nadkonsumpcja skutkuje:

- a) nadmiarami energetycznymi, które gromadzone są w postaci triglicerydów jako tłuszcz podskórny lub okołonarządowy (nadmiary ilościowe);
- b) przekroczeniem tolerancji organizmu dla konkretnego składnika odżywczego (specyficzny nadmiar pokarmowy).

Przykłady specyficznego nadmiaru pokarmowego:

- nadmierne spożycie płynów: spożycie 5–6 litrów wody dziennie w komforcie cieplnym, bez nadmiernego wysiłku fizycznego może objawiać się w formie obrzęków;

- duże spożycie soli kuchennej (zwłaszcza przez osoby z nadciśnieniem tętniczym sodozależnym) może indukować nadciśnienie tętnicze;
- nadmierne spożycie potasu jako przyczyna arytmii;
- nadmiary witaminy D₃ lub wapnia jako przyczyna kamicy moczowej.

Nadmiary żywieniowe mogą występować jako:

- 1) **nadmiar równoważony** – brak zmian patologicznych, organizm radzi sobie z nadmierną podażą składników odżywczych poprzez:
 - nasilenie katabolizmu składników odżywczych (wzrost BMR dzięki termogenezie indukowanej dietą; DIT – *Diet Induced Thermogenesis*),
 - nasilenie wydalania z moczem,
 - katabolizm wątrobowy nadmiarów większości składników,
 - depozycja w tkankach (np. nadmiary TG w tkance tłuszczowej, nadmiary Ca w tkance kostnej);
- 2) **nadmiar jawny** – zaburzenia metaboliczne, zmiany strukturalne w obrębie tkanek i narządów będące skutkiem przekroczenia możliwości depozycji danego organizmu (np. zespół metaboliczny w otyłości, kamica moczowa z nadmiaru Ca);
- 3) **zatrucie** – przy stosowaniu preparatów farmakologicznych (np. dobranie nieodpowiedniej dawki poszczególnych składników odżywczych w żywieniu dojelitowym i pozajelitowym).

Organizm przez pewien okres czasu (5–7 dni) jest w stanie równoważyć nadmiary czy niedobory żywieniowe. Jeśli stan niezgodności spożycia z zapotrzebowaniem trwa dłużej, dochodzi do rozwoju chorób z nieprawidłowego żywienia.

To, kiedy dojdzie do zmian patologicznych, zależy od:

- wielkości zapasów ustrojowych;
- rodzaju składnika, którego deficyt lub nadmiar wystąpił;
- wielkości deficytu lub nadmiaru;
- tempa przemiany materii;
- aktualnego stanu fizjologicznego, w którym znajduje się dana osoba;
- zapotrzebowania na konkretny składnik odżywczy;
- aktywności fizycznej itp.

Z chwilą przekroczenia możliwości adaptacyjnych organizmu do nieprawidłowej podaży składników odżywczych dochodzi do rozwoju chorób z nieprawidłowego żywienia.

2.3. Klasyfikacja chorób z nieprawidłowego żywienia (ze względu na przyczynę wystąpienia):

1. Pierwotne – bezpośrednią przyczyną wystąpienia stanu chorobowego jest dostarczanie niezgodnej z zapotrzebowaniem danego organizmu ilości energii i/lub składników odżywczych. Nieprawidłowa dieta skutkuje wystąpieniem konkretnych jednostek chorobowych. Przykłady: marazm, kwashiorkor, otyłość prosta, wole endemiczne, gnilec, krzywica, osteomalacja, beri-beri, pelagra.

2. Wtórne – nieprawidłowości w sposobie żywienia są jednym z wielu czynników, wpływającym na pogłębienie się stanu chorobowego. Przykłady: miażdżycy (nadmierne spożycie tłuszczów nasyconych, nieprawidłowa proporcja w ilości spożywanych kwasów tłuszczowych nasyconych do nienasyconych, nadmiary energetyczne, nadmiary węglowodanów, a w szczególności cukrów prostych), próchnica zębów (częste spożywanie posiłków, wysokie spożycie węglowodanów, kwasów owocowych przy braku odpowiedniej higieny jamy ustnej), kamica żółciowa (niespożywanie pierwszego śniadania).

3. METODY OCENY STANU ODŻYWIENIA

- Wywiad i badanie lekarskie;
- badania antropometryczne;
- badania laboratoryjne;
- badania immunologiczne;
- badanie sposobu żywienia.

Oceniając stan odżywienia należy zastosować kilka metod, ustalając zakres badań indywidualnie dla każdego pacjenta.

3.1. Wywiad i badanie lekarskie

Przy wstępnej ocenie stanu odżywienia zbierane są w pierwszej kolejności podstawowe informacje o sytuacji społecznej, historii choroby, aktualnej sytuacji zdrowotnej pacjenta. Dla zapoznania się z sytuacją społeczną i historią choroby przeprowadzany jest wywiad (z zastosowaniem odpowiednich kwestionariuszy), a aktualny stan zdrowia określany jest poprzez badanie ogólnolekarskie. Badanie ogólnolekarskie obejmuje:

- oględziny zewnętrznych powierzchni części ciała (włosy, twarz, oczy, wargi, język, zęby, dziąsła, skóra, paznokcie itp.);
- palpacja tkanek i narządów wewnętrznych (tkanka podskórna, mięśnie szkieletowe, tarczyca, jama brzuszna itp.);
- ocena funkcji (odruchy ścięgniste, siła skurczu mięśni szkieletowych, zmysły, kondycja psychiczna itp.);
- ocena rozwoju (tempo wzrastania i rozwoju dzieci i młodzieży);
- zapoznanie się z dolegliwościami (odczucia bólowe, osłabienie, krwawienia, zaburzenia widzenia itp.).

Tabela 2

Zmiany fizykalne towarzyszące niedoborom i nadmiarom witamin

Składnik odżywczy	Niedobór	Nadmiar
Wit. A, retinol	metaplasja naskórka i nabłonka błon celulozowych (drogi oddechowe, przewód pokarmowy, układ moczowo-płciowy), nadmierne rogowacenie skóry (<i>xerosis</i>), rogowacenie mieszkowe, zanik komórek kubkowych spojówki gałkowej, nadmierne rogowacenie nabłonka spojówki gałkowej i rogówki (<i>xerophthalmia</i>), plamki śluzowe plamki Bitota, zmętnienie rogówki, rozmiękanie rogówki (martwica rozplywna), owrzodzenie, przebiecie, ślepotą zmierzchowa, osłabienie smaku (<i>hypogeusia</i>), osłabienie węchu (<i>hyposmia</i>)	przewlekłe: drażliwość, ból głowy, anorexia, sucha skóra, świąd, wypadanie włosów, hepatosplenomegalia, bóle kostno-stawowe, efekt teratogeny ostre: senność, ból głowy, wymioty, ↑ ciśnienie śródczaszkowe, tarcza zastoinowa, masywne łuszczenie skóry, hyperkarotenaemia powoduje podżółcenie skóry (bez białek), nieszkodliwa;
Wit. D ₃ , cholekalcyferol	krzywica, opóźnienie wzrastania u dzieci, anemia, podatność na zakażenia (zwł. układu oddechowego), osteomalacja u dorosłych, tkliwość kości (zwł. żeber, barków, bioder, kręgosłupa) *predyspozycja: wegetarianizm, mała ekspozycja na światło słoneczne	hyperkalcemia, kamica moczowa, tężyczka, drgawki, zmiany w EKG
Wit. E, tokoferol	miopatia, neuropatia, martwica wątroby, anemia hemolityczna	przy spożyciu pow. 3200 IU/dziennie rzadko: bolesność piersi, osłabienie mięśni, zaburzenia żołądkowo-jelitowe, zaburzenia emocjonalne; nasilenie zaburzeń krzepnięcia spowodowanych niedoborem wit. K
Wit. K	skaza krwotoczna (zwł. u noworodków w 3.–8. tygodniu życia: krwawienie śródczaszkowe) *predyspozycja: antybiotykoterapia (zniszczenie jelitowej flory bakteryjnej)	hemoliza, żółtaczka, uszkodzenie wątroby (u noworodków); zwiększone ryzyko epizodu wieńcowego, żylna-zakrzepowego
Wit. C, kwas askorbinowy	gnilec: wybroczyny podskórne (<i>petechiae</i>), krwawienie okołomieszkowe/przywłóśne, krwawienie z błony maziowej do jam stawów, krwawienie do mięśnia sercowego, do mózgu (uszkodzenie błony podstawnej kapilar); zapalenie dziąseł (dziąsła, zwł. brodawki międzyzębowe, obrzęknięte, gąbczaste, krwawiące), bezzębie; złamania patologiczne (upośledzenie tworzenia matrix kości, chrząstki, zębiny), osteoporoza; utrudnione gojenie ran *predyspozycja: niskie spożycie świeżych warzyw i owoców, palacze tytoniu (nadmiar wolnych rodników, nasilone zużycie wit. C), nadużywanie alkoholu (alkohol obniża wchłanianie wit. C)	kamica moczowa (kamienie szczawianowe; kwas askorbinowy jest wydalany z moczem w postaci niezmienionej oraz jako szczawian)

Składnik odżywczy	Niedobór	Nadmiar
Wit. B ₁ , tiamina	beri-beri: forma „mokra”: postępujące osłabienie, duszność, obrzęki, kardiomiopatia, kardiomegalia, niewydolność krążenia z ↑obj. wyrzutową, ↑amplituda ciśnienia tętn.; forma „sucha”: postępująca polineuropatia, zaniki mięśni; forma związana z alkoholizmem: neuropatia sensoryczna i motoryczna, parestezje, zaniki mięśni; encefalopatia Wernicke'go: porażenie mięśni okołogałkowych, oczopląs poziomy, martwica włókien mielinowych, ataxia; psychoza Korsakoff'a: dezorientacja, amnezja, konfabulacje *predyspozycja: alkoholizm (alkohol hamuje aktywne wchłanianie wit. B ₁ w jelicie cienkim)	bóle głowy, bezsenność, drażliwość, świąd skóry, osłabienie, nudności, ataxia (przy dawkach parenteralnych 400x przewyższających zalecane spożycie lub długotrwałym spożyciu ponad 3g/dobę)
Wit. B ₂ , ryboflawina	nasilony łojotok skóry twarzy, zwł. fałdów nosowo-wargowych, łojotokowe zapalenie skóry twarzy i szyi, zapalenie warg i kątów ust, zapalenie języka, neuropatia obwodowa, anemia hypoplastyczna *predyspozycja: hypotyreoza (zmniejszona konwersja ryboflawiny do FMN), cukrzyca (nasilone wydalanie wit. B ₂ z moczem)	nieznane
Wit. B ₆ , pirydoksyna	zapalenie języka, warg i kątów ust, neuropatia obwodowa, anemia syderoblastyczna *predyspozycja: PAS, izoniazyd INH, penicylamina (wiążą PLP)	neuropatia czuciowa dłoni i stóp (przy dawkach 100–200 mg/dobę przewlekłe)
Wit. B ₁₂ , koba- lamina	osłabienie, zapalenie języka, biegunka, anemia megaloblastyczna; parestezje dłoni i stóp, zaburzenia czucia położenia i wibracji, ataxia (gromadzenie kwasów tł. C15, C17 i rozgałęzionych w tk. nerwowej, degeneracja włókien mielinowych pączków grzbietowych i bocznych rdzenia kręgowego) *predyspozycja: wegetarianizm, pasożyty jelitowe, nadmierny rozwój jelitowej flory bakteryjnej (zużycie wit. B ₁₂), PAS, biguani- dy, neomycyna, kolchicyna, potas, alkoholizm (upośledzone wchłanianie), anemia „złośliwa”	nieznane
Kwas foliowy	anemia megaloblastyczna; niedobór u ciężarnej: wady rozwojowe cewy nerwowej płodu *predyspozycja: białaczka, anemia hemolityczna, ciąża mnoga (prolifracja komórek, wzmożone zużycie), sulfasalazyna (obniża wchłanianie folianów), fenylohydantoina, alkoholizm	drgawki u chorych na padaczkę

Składnik odżywczy	Niedobór	Nadmiar
Wit. PP, niacyna	pelagra (3D): dermatitis, diarrhoe, dementia; rumień, świąd, obrzęk skóry nieosłoniętej od światła, drażnionej mechanicznie, owrzodzenia, łuszczenie, przebarwienia, nudności, bóle w nadbrzuszu, biegunka, zap. warg i kątów ust, zap. języka, zap. pochwy, lęk, depresja, drżenia, parestezje stóp, wygórowane odruchy ścięgniste, zaburzenia czucia położenia i wibracji *predyspozycja: niedobór witamin B ₂ lub B ₆ (obniżona synteza kwasu nikotynowego z Trp), carcinoid (nadmierna konwersja Trp do serotoniny)	uderzenia krwi do głowy, wzmożone wydzielanie żółdkowe, uszkodzenie wątroby
Wit. H, biotyna	osłabienie, nudności, brak łaknienia, bezsenność, depresja, bóle mięśni, przeczulica, parestezje, sucha skóra, nadmierne złuszczenie naskórka, łysienie, zanik brodawek językowych, anemia, hypercholesterolemia *predyspozycja: spożywanie w nadmiarze surowych jaj (białko awidyna wiąże biotyne, obniża wchłanianie)	nieznane przy dawkach do 10 mg/dobę
Kwas pantotowy	parestezje (pieczenie stóp)	nieznane przy dawkach do 10g/dobę
Kwas pantotowy	parestezje (pieczenie stóp)	nieznane przy dawkach do 10g/dobę

Według M. Adamska-Skuła, *Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka*, pod red. E. Kolarzyk (2000).

W związku z dostępnością na rynku szerokiej grupy suplementów diety (środki spożywcze będące skoncentrowanym źródłem witamin i/lub składników mineralnych) i z niejednokrotnie nieuzasadnionym ich stosowaniem, całkowity, dobowy „dowóz” witamin i/lub składników mineralnych bywa nadmierny wobec zapotrzebowania organizmu. Z tego względu dla niektórych witamin i składników mineralnych wyznaczono górny tolerowany poziom dobowego spożycia, przy których nie występują uboczne skutki zdrowotne (UL – *Upper Tolerable Safe Level of Intake*). Wartość UL wyznaczana jest na podstawie najwyższego znanego poziomu, przy którym nie obserwuje się efektów ubocznych (NOAEL – *No Observed Adverse Effect Level*) lub najniższego poziomu, przy którym są już obserwowane efekty uboczne (LOAEL – *Lowest Observed Adverse Effect Level*) z uwzględnieniem odpowiedniego współczynnika niepewności. Dla niektórych witamin i minerałów są różnice między krajami europejskimi i Stanami Zjednoczonymi w UL. Różnice te wynikają z nieco odmiennej oceny danych oraz z uwzględnienia innych współczynników niepewności (tab. 3).

Tabela 3

Wartości górnego tolerowanego poziomu spożycia przyjęte w krajach europejskich dla osób dorosłych (wg ERNA 2004)

Składnik	RLV*	UL
Witaminy		
Witamina A	800 µg	3000 µg
Witamina D	5 µg	50 µg
Witamina E	12 mg	270 mg** (1000mg w USA)
Foliany	400 µg	1 mg***
Witamina B6	1,4 mg	25 mg (100mg w USA)
Witamina PP	16 mg	10 mg kw. nikotyn. 900 mg amid kw. nikotyn. (35 mg wit. PP w USA)
Witamina C	80 mg	2 mg
Składnik mineralny		
Wapń	1000 mg	2500 mg
Żelazo	8 mg	45 mg
Magnez	375 mg	250 mg*** (350mg w USA)
Selen	55 µg	300 µg (450mg w USA)
Cynk	10 mg	25 mg (45mg w USA)

RLV* – EU Reference Labelling Value (wartość zalecanego dziennego spożycia przyjęta w UE do znakowania).

** W niektórych źródłach jest 300 mg jako wynik zaokrąglenia.

*** Tylko z suplementów i wzbogacania żywności.

3.2. Badania antropometryczne

Badania antropometryczne pozwalają na ocenę stanu odżywienia energetyczno-białkowego.

Pomiary antropometryczne informują o:

- masie i wysokości ciała;
- zmienności czasowej masy i wysokości ciała;
- składzie ciała, czyli zawartości tkanki tłuszczowej (FM – *fat mass*) oraz bez-tłuszczowej masy ciała (LBM – *lean body mass*; FFM – *fat free mass*);
- dystrybucji tkanki tłuszczowej (tkanka tłuszczowa podskórna i tkanka tłuszczowa okołonarządowa);
- przebiegu rozwoju, wzrastania i dojrzewania.

Pomiarem podstawowym umożliwiającym ocenę aktualnej masy ciała jest pomiar **masy ciała rzeczywistej (aktualnej)**. Aktualna masa ciała jest porównywana z **masą ciała należną**, a więc taką, przy której występują optymalne skutki zdrowotne. Znając rzeczywistą masę ciała oraz masę ciała należną, można przeprowadzić wstępną ocenę stanu odżywienia poprzez obliczenie **względnej masy ciała**.

Względna masa ciała = masa ciała rzeczywista/masa ciała należna \times 100%.

Wzory wykorzystywane w obliczeniu należnej masy ciała:

- 1) wzór Broca $\text{należna masa ciała} = \text{wys.c. [cm]} - 100$
- 2) wzór Broca-Brugscha $\text{należna masa ciała} = \text{wys.c. [cm]} - 100$ (dla wys.c. 155–164)
 $\text{należna masa ciała} = \text{wys.c. [cm]} - 100$ (dla wys.c. 165–174)
 $\text{należna masa ciała} = \text{wys.c. [cm]} - 100$ (dla wys.c. 175–184)
- 3) modyfikacje wzoru Broca uwzględniające wiek i płeć:
 - a) wzór Lorantza (grupa wiekowa 20–40 lat)

$$\text{należna masa ciała} = 100 - \frac{\text{wys.c. [cm]} - 150}{2} \text{ dla kobiet}$$

$$\text{należna masa ciała} = 100 - \frac{\text{wys.c. [cm]} - 150}{4} \text{ dla mężczyzn}$$

- b) wzór Pattona i Tatonia (grupa wiekowa 40–60 lat)

$$\text{należna masa ciała} = 100 - \frac{\text{wys.c. [cm]} - 150}{40} \text{ dla kobiet}$$

$$\text{należna masa ciała} = 100 - \frac{\text{wys.c. [cm]} - 150}{20} \text{ dla mężczyzn}$$

Tabela 4

Ocena i interpretacja stanu odżywienia na podstawie względnej masy ciała

Względna masa ciała	Stan odżywienia
< 60%	niedożywienie głębokie
60–80%	niedożywienie umiarkowane
80–90%	zagrożenie niedożywieniem
90–110%	prawidłowy
110–120%	nadwaga
120–140%	otyłość
> 140%	otyłość olbrzymia

Wagowo-wzrostowe wskaźniki stanu odżywienia

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1) Queteleta | = masa ciała [g] / wysokość ciała [cm] |
| 2) Queteleta | = masa ciała [kg] x 10 / wysokość ciała [cm] |
| 3) Queteleta – Kaupa – Davenporta | = masa ciała [kg] x 1000 / wysokość ciała [cm] ² |
| 4) Dugdale’a | = masa ciała [kg] x 1000 / wysokość ciała [cm] ^{1,6} |
| 5) Rohrera | = masa ciała [kg] x 105 / wysokość ciała [cm] ³ |
| 6) Body Mass Index (BMI) | = masa ciała [kg] / wysokość ciała [m] ² |

Wskaźnikiem wagowo-wzrostowym obecnie zalecanym przez WHO dla wstępnej oceny stanu odżywienia jest BMI.

U osoby dorosłej przy określaniu stanu odżywienia na podstawie wartości wskaźnika BMI można posłużyć się zakresami zaproponowanymi przez WHO (1998).

Tabela 5

Ocena i interpretacja stanu odżywienia w oparciu o *Body Mass Index* (BMI)

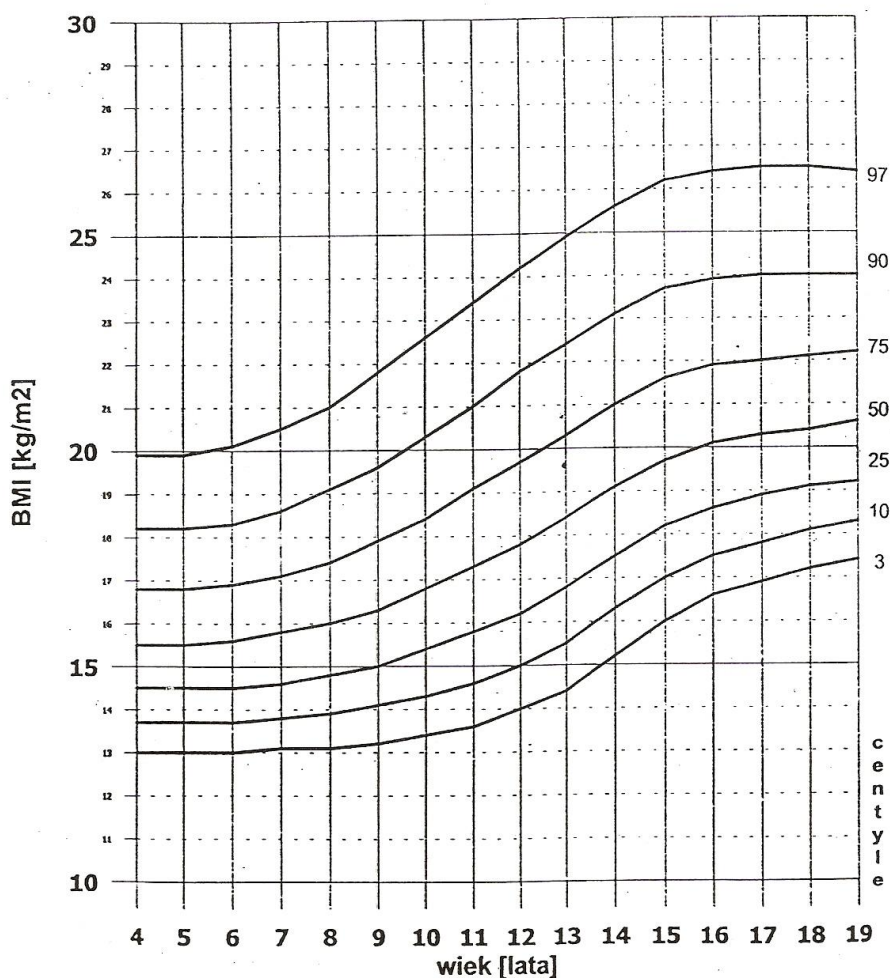
Body Mass Index (kg/m ²)	Stan odżywienia
< 16,0	niedożywienie (3 stopień)
16,0–16,9	niedożywienie (2 stopień)
17,0–18,4	niedowaga/niedożywienie (1 stopień)
18,5–24,9	prawidłowy
25–29,9	nadwaga
30,0–39,9	otyłość (1 stopień)
≥ 40,0	otyłość (2 stopień)/otyłość olbrzymia

W przypadku dzieci wartość obliczonego wskaźnika BMI należy sprawdzić na siatkach centylowych. **Siatki centylowe** to graficzne przedstawienie pozycji badanej cechy somatycznej lub zespołu cech somatycznych (siatki centylowe skorelowane) w obrębie danej populacji i porównanie jej z krzywymi centylowymi na siatce, wyznaczającymi normę populacyjną. Chcąc określić poziom rozwoju fizycznego dzieci lub też śledzić jego dynamikę, należy korzystać z siatek centylowych przygotowanych dla populacji dzieci z określonego regionu. Przykłady regionalnych siatek centylowych:

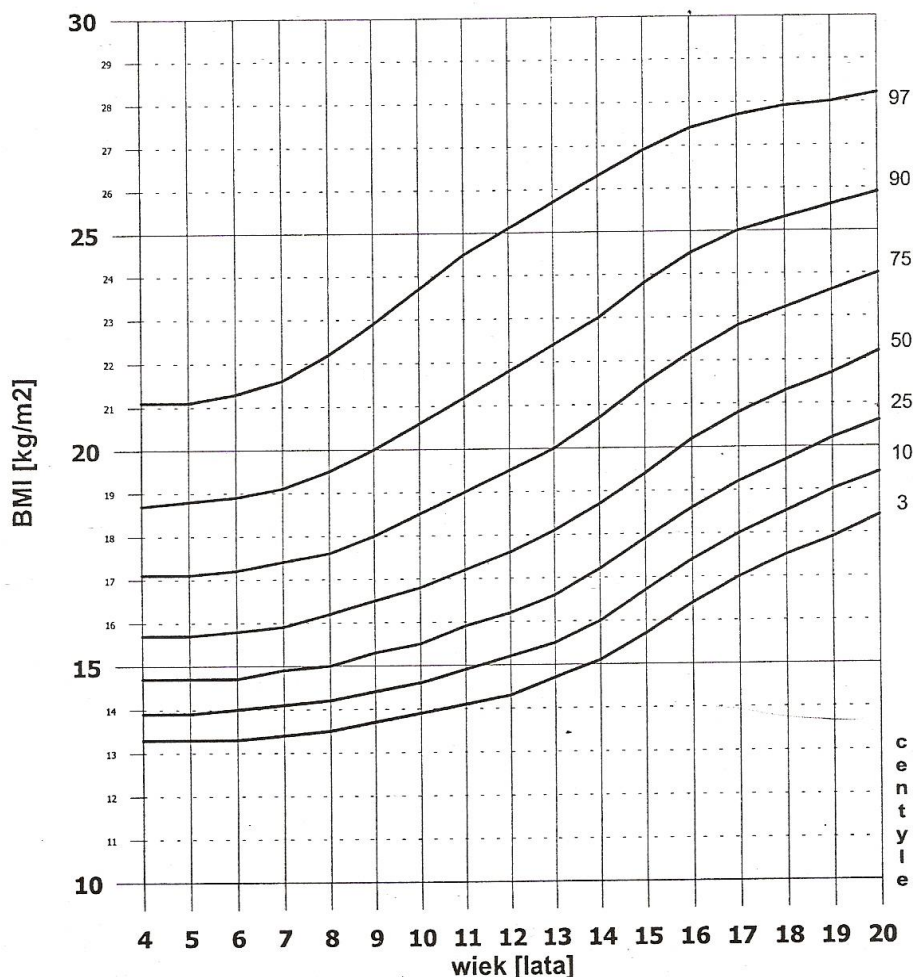
- siatki centylowe opracowane przez I. Palczewską i Z. Niedźwiedzką w Instytucie Matki i Dziecka w Warszawie w 1999 roku dla dzieci warszawskich;
- siatki centylowe opracowane pod kierunkiem S. Gołąba i M. Chrzanowskiej w Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie w 2000 roku dla dzieci krakowskich.

Ryciny 1 i 2 przedstawiają aktualne siatki centylowe BMI dla dzieci i młodzieży krakowskiej. Krzywe centylowe 3 i 97 określają dolną i górną granice normy dla badanych cech. Zakres między 3 i 97 centylem jest najbardziej zbliżony do normy statystycznej (poziom 2 odchyleń standardowych). Uzyskanie wartości mieszczących się między 3–10 oraz 90–97 centylem jest informacją, że dana osoba wymaga wnikliwej

obserwacji w celu wykluczenia ewentualnego procesu chorobowego, mogącego stanowić przyczynę potencjalnego opóźnienia lub przyspieszenia rozwoju. Są także siatki, w których wartościami granicznymi jest 5 i 95 centyl. Takie graniczne wartości zostały właśnie przyjęte w zaleceniach WHO (1995), interpretujących stan odżywienia dzieci i młodzieży na podstawie BMI jako prawidłowy.



Ryc. 1. Wskaźnik masy ciała (BMI) dziewcząt („Dziecko Krakowskie”, 2000)



Ryc. 2. Wskaźnik masy ciała (BMI) dziewcząt („Dziecko Krakowskie”, 2000)

U osób, u których wartość wskaźnika BMI wskazuje na nadwagę lub niedowagę koniecznym staje się określenie, która składowa ciała (tkanka tłuszczowa, masa mięśniowa, woda) jest tego przyczyną.

3.2.1. Metody różnicowania tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała (FM – Fat Mass; LBM – Lean Body Mass):

3.2.1.A. Pomiary antropometryczne (określenie grubości fałdów skórno-tłuszczowych, obwodów, masy mięśniowej).

Punkty ciała, w których należy dokonywać pomiarów grubości fałdów skórno-tłuszczowych, to:

- 1) nad mięśniem trójkłowym ramienia – w połowie odległości między wyrostkiem barkowym łopatki a wyrostkiem łokciowym kości łokciowej; pionowo;

- 2) nad mięśnieniem dwugłowym ramienia – w połowie odległości między wyrostkiem barkowym łopatki a wyrostkiem łokciowym kości łokciowej; pionowo;
- 3) pod dolnym kątem łopatki; skośnie;
- 4) nad grzebieniem kości biodrowej w linii pachowej przedniej; skośnie;
- 5) nad pachową krawędzią mięśnia piersiowego większego; skośnie;
- 6) na brzuchu w $\frac{1}{4}$ odległości między pępkiem a kolcem biodrowym przednim, górnym; skośnie;
- 7) na bocznej ścianie klatki piersiowej w linii pachowej środkowej (na poziomie X żebra); poziomo;
- 8) nad mięśnieniem szerokim uda bocznym; pionowo;
- 9) nad rzepką kolanową; pionowo;
- 10) poniżej dołu podkolanowego (na tylnej powierzchni podudzia); pionowo;
- 11) na policzku, 1–2 cm do przodu od guzka ucha i do tyłu od poduszki tłuszczowej; poziomo;
- 12) na podbródku w połowie między bródką a chrząstką tarczową; pionowo.

Pomiarów grubości fałdów skórno-tłuszczowych dokonuje się za pomocą fałdomierza (Holtain, Lange, Harpenden), po stronie ciała mniej aktywnej. Interpretacje wyników pomiarów przeprowadza się z zastosowaniem siatek centylowych odpowiednio dla płci, wieku, rasy.

Pomiary antropometryczne są pomocne nie tylko w określaniu zawartości podskórnej tkanki tłuszczowej, lecz także przy określaniu stanu odżywienia białkowego organizmu. Antropometrycznym wskaźnikiem stanu odżywienia białkowego (masy mięśniowej) jest obwód mięśni ramienia (OMR).

$$\text{OMR} = \text{obwód ramienia} - (\Pi \times \text{fałd nad tricepsem})$$

Obliczoną wartość OMR należy sprawdzić na odpowiednich siatkach centylowych. Przy podejrzeniu niedożywienia białkowego można także skorzystać z zakresów zaproponowanych przez Jelliffe'a (wskaźnik Jelliffe'a).

Tabela 6

Interpretacja stanu odżywienia białkowego na podstawie wartości OMR

Stan odżywienia białkowego (wg Jelliffe'a)	OMR [cm]	
	Kobiety	Mężczyźni
dobry	20,9–23,2	22,8–25,3
lekko niedożywienie	18,6–20,8	20,2–22,7
umiarkowane niedożywienie	16,2–18,5	17,7–20,1
ciężkie niedożywienie	< 16,2	< 17,7

3.2.1.B. Wążenie hydrostatyczne – w metodzie tej wykorzystywana jest różnica ciężaru ciała w wodzie i w naturalnych warunkach (w powietrzu). Z różnicy tej wyliczana jest gęstość ciała, która koreluje ujemnie z zawartością tkanki tłuszczowej. Metoda o dużej dokładności, wykorzystywana obecnie głównie w badaniach naukowych i do walidacji innych metod oceny składu ciała.

3.2.1.C. Hydrometria – określenie zawartości beztłuszczowej masy ciała poprzez wprowadzenie do organizmu substancji znakowanej (np. znakowanie deuterem; dopuszczalna ilość to 0,01mg deuteru na kilogram masy ciała), o znanym stężeniu. Zmiana stężenia substancji w organizmie monitorowana jest w moczu lub surowicy (najwcześniej po godzinie od znakowania) i na tej podstawie wyliczana jest objętość rozpuszczalnika (TBW – *Total Body Water*), co z kolei pozwala wyliczyć jej masę

$$FFM = \frac{TBW [kg]}{0,73}$$

FFM – *Fat Free Mass* (beztłuszczowa masa ciała)

TWB – *Total Body Water* (całkowita zawartość wody ustrojowej)

0,73 – założenie, że beztłuszczowa masa ciała u osoby dorosłej średnio zawiera 73% wody.

3.2.1.D. Rejestracja promieniowania potasu ^{40}K – określenie zawartości beztłuszczowej masy ciała (potas występuje głównie w komórkach beztłuszczowej masy ciała) poprzez wykorzystanie faktu obecności określonej, naturalnej domieszki potasu promieniotwórczego (^{40}K), którego zawartość określana jest z zastosowaniem specjalistycznych czujników promieniowania.

3.2.1.E. Metody obrazowe – uzyskanie przekrojów części ciała dla dokonania pomiarów (rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa, ultrasonografia, rentgenometria).

3.2.1.F. Bioimpedancja elektryczna – wykorzystanie różnicy w oporności tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała na przepływ stałego prądu elektrycznego niskonapięciowego. Im wyższa zawartość tłuszczu, tym większa oporność. Uzyskiwane tą metodą informacje to:

- zawartość tłuszczu (w procentach i kilogramach);
- zawartość beztłuszczowej masy ciała (w procentach i kilogramach);
- zawartość wody ustrojowej zewnątrz- i wewnątrz komórkowej (w procentach i litrach);
- docelowa zawartość tłuszczu (odpowiednio do wieku i płci);
- docelowa zawartość wody (odpowiednio do wieku i płci);
- zakres (min.–max.) prawidłowej masy ciała (odpowiednio do wieku i płci).

Przykładowe aparaty do pomiaru składu ciała metodą bioimpedancji to: Maltron, Bodystat, Omron, Tanita.

3.2.1.G. Metoda fotooptyczna – pomiar składowych ciała z wykorzystaniem bliskiej podczerwieni (aparat Futrex). Aparat wysyła fale świetlne o długości absorbowanej przez tkankę mięśniową (pomiar nad bicipsem ręki dominującej – w połowie długości między dołem pachowym a wyrostkiem łokciowym), a odbijanej przez tkankę tłuszczową.

Zalecana zawartość tkanki tłuszczowej ustrojowej jest zróżnicowana zależnie od wieku oraz płci. W ciele noworodka, którego główną komponentą jest woda, tłuszcz stanowi zaledwie 12%. W 1. roku życia sięga już około 30%, a u 10-latków spada do średnio 18%. W okresie pokwitaniowym rozpoczyna się różnicowanie zawartości tłuszczu. U chłopców nieco spada (14–18%), a u dziewcząt wzrasta (20–25%). U dorosłej kobiety zawartość tkanki tłuszczowej powinna pozostać w granicach między 15–28% (15–30%) należnej masy ciała, a u dorosłego mężczyzny w zakresie 5–20% należnej masy ciała.

Rozpoznanie otyłości jest równoznaczne z nadmiarem tkanki tłuszczowej. Z uwagi na negatywne konsekwencje zdrowotne towarzyszące nadmiarom tkanki tłuszczowej bardzo istotnym pozostaje określenie dystrybucji tkanki tłuszczowej (tkanka tłuszczowa okołonarządowa i tkanka tłuszczowa podskórna).

3.2.2. Typy otyłości:

- Otyłość brzuszna (centralna, androidalna, typu „jabłko”) – gromadzenie tłuszczu w jamie brzusznej;
- otyłość pośladkowo-udowa (obwodowa, gynoidalna, typu „gruszka”) – gromadzenie tłuszczu podskórnym.

Wskaźniki różnicujące typ otyłości:

- WHR (*waist/hip ratio*)

$$\text{WHR} = \frac{\text{obw. pasa}}{\text{obw. bioder}}$$

Pomiaru obwodu pasa należy dokonać w talii, a obwodu bioder na wysokości krętarzy większych kości udowych.

Gdy wartość WHR jest u mężczyzn powyżej 0,9 (1,0), a u kobiet powyżej 0,8 rozpoznawana jest otyłość brzuszna:

- pomiar obwodu pasa.

Duże zagrożenie rozwojem chorób metabolicznych występuje, gdy obwód pasa u kobiet wynosi powyżej 88 cm, a u mężczyzn powyżej 102 cm (wg zaleceń Federacji Diabetologicznej, gdy obwód pasa u kobiet jest powyżej 80 cm, a u mężczyzn powyżej 94 cm):

- wskaźnik WHTR (*waist/height ratio*) – (obwód pasa/wysokość ciała).

Zagrożenie rozwojem chorób metabolicznych wzrasta, gdy WHTR > 0,5 (bez względu na płeć).

Otyłość brzuszna to udowodniony czynnik ryzyka zaburzeń metabolicznych (hiperlipidemia, dyslipidemia, insulinooporność), choroby niedokrwiennej serca, udaru mózgu, cukrzycy typu 2, nowotworów prostaty lub endometrium.

3.3. Badania laboratoryjne

Do badań laboratoryjnych pomocnych w ocenie stanu odżywienia należą:

1. Testy informujące o zawartości składników odżywczych lub ich metabolitów w płynach ustrojowych (krew i jej frakcje, mocz, ślina) lub tkankach (włosy, paznokcie). Tu należy zaliczyć testy określające stężenie białek w surowicy (poziom albumin, prealbuminy, białka wiążącego retinol, transferyny), witamin, minerałów.

2. Testy informujące o poziomie wydalania składnika odżywczego (np. próba wysyceniowa, dzięki której określany jest punkt wysycenia dla konkretnego składnika odżywczego – im większe zapotrzebowanie organizmu na dany składnik odżywczy, tym mniejsze jest jego stężenie w moczu).

3. Testy określające aktywność enzymów będących składnikami odżywczymi. Na przykład próba obciążeniowa polegająca na podaniu zawyżonej ilości określonego składnika odżywczego (substratu) i obserwacji jego metabolizmu w ustroju. Przykładowe zastosowania próby obciążeniowej:

- metabolizm tryptofanu (Trp) – podanie 2g Trp i obserwacja ilości wydalanego w moczu kwasu ksanturenowego, który jest metabolitem pośrednim rozpadu Trp. Dla zakończenia metabolizmu tryptofanu niezbędna jest obecność witaminy B₆ pełniącej w tej reakcji funkcję enzymu – nadmierna ilość kwasu ksanturenowego w moczu (> 65 mmol/d) świadczy o niedoborze witaminy B₆;
- metabolizm kwasu propionowego – w tej reakcji funkcję jednego z enzymów pełni witamina B₁₂. Obecność nadmiaru kwasu metylomalonowego w moczu to oznaka niedoboru wit. B₁₂.

4. Testy i badania informujące o zaburzeniach metabolicznych powstałych jako efekt niewłaściwej podaży danego składnika odżywczego. Przykłady: morfologia, zawartość hemoglobiny, hematokryt, glukoza na czczo, profil lipidowy.

Tabela 7

Wyniki badań laboratoryjnych informujących o nieprawidłowym stanie odżywienia organizmu wybranymi witaminami

Skład odżywczy	Niedobór	Nadmiar
Wit. A, retinol	↓retinol w sur. < 20ug/dL, < 0.7uM/L; ↓retinol w wątrobie < 20mg/g, < 0.07uM/g; wydłużony czas adaptacji do ciemności	↑w sur. > 50ug/dL, > 1.75uM/L
Wit. D, cholekalcyferol	↑fosfataza alk. w sur. > 15 j. King- Armstrong/dL; ↓25-OH-cholekacyferol w sur.; ↓Ca x P w sur. < 40mg/dL	hyperkalciuria
Wit. E, tokoferol	↓tokoferol w sur.; ↑CPK w sur.; ↓oporność erytrocytów w rozcieńczonym H ₂ O ₂ ,	rzadko: ↓T ₃ , T ₄ w surowicy
Wit. K,	czas krzepnięcia	↓czas krzepnięcia
Wit. C, kwas askorbinowy	↓wit. C w leukocytach (najlepszy wskaźnik wysycenia tkanek) < 7 mg/dL, w krwi pełnej lub w surowicy (wskaźnik spożycia w ostatniej dobie) < 0.2 mg/dL, w moczu; anemia normo- lub megaloblastyczna	hyperoksaluria; hemoliza u osobników z niedoborem dehydrogenazy G-6-P w erytrocytach; fałszywie ujemny wynik badania kału na krew utajoną, fałszywie ujemny wynik testu paskowego na glikozurię
Wit. B ₁ , tiamina	↓tiamina w surowicy, ↓tiamina w moczu, ↓aktywność transketolazy w erytrocytach (erythrocyte transketolase assay, ETKA), ↑↑ETKA o ponad 20% wartości wyjściowej po podaniu pirofosforanu tiaminy; kwasica metaboliczna (retencja mleczanu i pirogronianu)	nieznane
Wit. B ₂ , ryboflawina	↓ryboflawina w erytrocytach, w moczu; ↓aktywność reduktazy glutationu w erytrocytach (erythrocyte glutathione reductase, EGR)	nieznane

Skład odżywczy	Niedobór	Nadmiar
Wit. B ₆ , pirydoksyna	↓ fosforan pirydoksalu (PLP) w surowicy < 5 ng/mL, ↓ PLP w moczu; ↑↑ wydalanie kwasu ksanturenowego w moczu po obciążeniu Trp	↑ PLP w surowicy
Wit. B ₁₂ , kobalamina	↓ kobalamina w surowicy < 200 pg/mL; ↑ glukoza, Gly, kwas metylomalonowy, homocysteina w surowicy; kwasica metaboliczna; ↑ kwas metylomalonowy w moczu; anemia megaloblastyczna, nadmierna segmentacja jąder neutrofilów	brak działania toksycznego przy dawkach do 1000 ug/dobę
Kwas foliowy	↓ kwas foliowy w surowicy < 3 ng/mL, ↓ kwas foliowy w erytrocytach < 160 ng/mL, anemia megaloblastyczna, nadmierna segmentacja jąder neutrofilów	↑ kwas foliowy w erytrocytach
Wit. PP, niacyna	↓ N-metylonikotynamid w moczu < 0.5 mg/g kreatyniny	niestosowane
Wit. H, biotyna	↓ biotyna w krwi pełnej < 0.22 ug/mL, ↓ biotyna w moczu < 6 ug/dobę	niestosowane
Kwas pantotenyowy	↓ kwas pantotenowy w surowicy < 100 ug/dL; ↓ kwas pantotenowy w moczu < 1 mg/dobę	niestosowane

Według M. Adamska-Skuła, *Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka*, pod red. E. Kolarzyk (2000).

↑ – wzrost

↑↑ – silny wzrost

↓ – spadek.

3.4. Badania immunologiczne

Najczęściej stosowane przy ocenie stanu odżywienia badania immunologiczne to:

1) oznaczanie całkowitej liczby limfocytów we krwi obwodowej:

- 1490–1200 – niedożywienie lekkie,
- 1190–800 – niedożywienie umiarkowane,
- < 800 – niedożywienie ciężkie;

2) test skórny opóźnionej nadwrażliwości.

Koszt przeprowadzenia badań biochemicznych jest stosunkowo wysoki. Wykonanie testów biochemicznych powinno być w pełni uzasadnione.

3.5. Badanie i ocena sposobu żywienia

Metoda ta pozwala na określenie stopnia zgodności między ilością i rodzajem dostarczanego pokarmu a indywidualnym zapotrzebowaniem na energię, białko, poszczególne kwasy tłuszczowe, węglowodany, witaminy i składniki mineralne.

Ocena sposobu żywienia ma zastosowanie zarówno w przypadku badań jednostkowych, jak i populacyjnych. Metoda ta pozwala na wychwycenie i wyeliminowanie (np.

poprzez edukację żywieniową) błędów żywieniowych jeszcze przed wystąpieniem zmian fizykalnych i biochemicznych (w fazie ruszenia rezerw energetycznych), a także dostarcza informacji o trendach żywieniowych w społeczeństwie.

Metody stosowane dla oceny sposobu żywienia można podzielić na:

- metody jakościowe,
- metody ilościowe.

3.5.1. Jakościowa ocena sposobu żywienia

Metody jakościowej oceny sposobu żywienia to źródło informacji o:

- a) rodzajach produktów występujących w diecie;
- b) częstotliwości ich spożywania (z uwzględnieniem pory roku);
- c) źródłach pochodzenia pożywienia;
- d) sposobie przechowywania produktów spożywczych i potraw;
- e) rodzaju obróbki kulinarnej, jakiej poddawane jest pożywienie;
- f) ilości posiłków w ciągu dnia;
- g) długości przerw między posiłkami.

Metody jakościowej oceny sposobu żywienia:

3.5.1.A. Ocena punktowa – szeroko stosowana metoda do oceny sposobu żywienia indywidualnego i zbiorowego (w szkołach, przedszkolach, w placówkach zapewniających całodzienne wyżywienie). Stosując odpowiednio dobrany kwestionariusz (ankietę), można stosunkowo łatwo i szybko stwierdzić, czy jadłospis (dzienny, tygodniowy, dekadowy, miesięczny) był prawidłowo skomponowany i czy tryb żywienia (częstość i regularność spożywania posiłków, częstość występowania produktów spożywczych będących źródłem określonych składników odżywczych) był właściwy. Pytania ankiety muszą być zrozumiałe dla respondenta i nie mogą sugerować odpowiedzi. Każdej odpowiedzi przyporządkowana jest określona ilość punktów. Idealne jest zebranie maksymalnej liczby punktów. Przykład: kwestionariusz według Starzyńskiej – dla oceny jadłospisu tygodniowego i dekadowego. Przeprowadzając ocenę sposobu żywienia metodą punktową, należy pamiętać, że uzyskane w ten sposób dane są orientacyjne i dobrze je poprzeć badaniami z użyciem dokładniejszej metody. Można tu zastosować Test Bielińskiej z modyfikacją Kuleszy i współpracowników, który ocenia poprawność zestawienia posiłków pod względem zawartości ważnych dla organizmu składników pokarmowych.

Przeprowadzając ocenę jakości dobowej racji pokarmowej, można na przykład zastosować ocenę w skali od 1 do 3:

- 1 – ocena zadowalająca,
- 2 – miernie zadowalająca,
- 3 – niezadowalająca.

Ocenę zadowalającą otrzymuje dobową racja pokarmowa składająca się z 4–5 posiłków, w trzech spośród nich występują produkty zawierające białko zwierzęce, a w dwóch warzywa lub/i owoce.

Ocenę miernie zadowalającą otrzymuje dobową racja pokarmowa, która nie spełnia kryteriów żywienia zadowalającego co do liczby posiłków, ale ma bardziej urozmaicony skład i wyższą liczbę posiłków niż w ocenie niezadowalającej.

Ocenę niezadowalającą otrzymuje dobową racja pokarmowa składającą się z trzech lub niższej liczby posiłków, w której białko zwierzęce występuje tylko w dwóch posiłkach lub rzadziej, a warzywa lub/i owoce tylko w jednym posiłku.

3.5.1.B. Częstość (częstotliwość) spożycia – dostarcza informacji o częstości spożycia produktów z prezentowanej, przygotowanej przed badaniem, listy produktów spożywczych. Celem badania jest określenie, jak często, czyli ile razy w ciągu dnia, tygodnia, miesiąca poprzedzającego badanie określone produkty były spożywane przez respondenta. Lista produktów może być modyfikowana zależnie od populacji i potrzeb prowadzonych badań.

Przykładowa lista produktów sporządzona dla oceny częstości spożycia:

- Grupa I: mleko i produkty mleczne;
- Podgrupy: a) mleko, zupy mleczne, jogurty,
b) napoje z mlekiem,
c) sery twarogowe,
d) sery podpuszczkowe,
- Grupa II: jaja;
- Grupa III: mięso i ryby w tym dania półmięsne;
- Podgrupy: a) mięso,
b) wędliny,
c) wyroby wędliniarskie,
d) ryby,
e) bigos, flaczki, pizza, gołąbki itp.,
- Grupa IV: tłuszcze zwierzęce;
- Podgrupy: a) słonina, smalec,
b) masło,
c) śmietana,
- Grupa V: tłuszcze roślinne, w tym tłuszcze utwardzone;
- podgrupy: a) oliwa,
b) oleje,
c) margaryny,
- Grupa VI: warzywa i owoce surowe;
- Podgrupy: a) warzywa,
b) owoce,
- Grupa VII: warzywa i owoce gotowane;
- Podgrupy: a) warzywa,
b) owoce,
- Grupa VIII: soki z warzyw lub owoców surowe i pasteryzowane;
- Podgrupy: a) warzywne,
b) owocowe,
- Grupa IX: ziemniaki;
- Grupa X: nasiona strączkowe;
- Podgrupy: a) groch, fasola,
b) soja, soczewica,
- Grupa XI: produkty zbożowe i ich przetwory;
- Podgrupy: a) ciemne pieczywo,

- b) kasze, ryż,
- c) makaron,
- d) jasne pieczywo,
- e) pieczywo półsłodkie,
- Grupa XII: cukier i słodcyce;
- Podgrupy:
 - a) cukier,
 - b) cukierki, mód,
 - c) dżemy, konfitury,
 - d) wyroby czekoladowe,
 - e) ciastka, torty,
- Grupa XIII: napoje słodkie gazowane i niegazowane;
- Grupa XIV: napoje alkoholowe;
- Podgrupy:
 - a) wódka,
 - b) piwo,
 - c) wino,
- Grupa XV: inne napoje;
- Podgrupy:
 - a) kawa prawdziwa,
 - b) herbata,
 - c) woda.

3.5.1.C. Wskaźnik jakości żywieniowej INQ (*Index of Nutritional Quality*)

– służy do oceny wartości żywieniowej poszczególnych produktów lub całych posiłków. Określa on zależność między zawartością składników odżywczych a wartością energetyczną racji pokarmowej, czyli jest miarą „gęstości” składników odżywczych żywności. INQ można obliczyć dla każdego składnika odżywczego:

$INQ = \% \text{ pokrycia dziennego zapotrzebowania na dany składnik odżywczy przez określoną ilość produktu} / \% \text{ pokrycia dziennego zapotrzebowania energetycznego przez tę samą ilość produktu},$

INQ = 1 oznacza produkt zbilansowany pod względem zawartości danego składnika odżywczego;

INQ > 1 oznacza większą w stosunku do normy zawartość składnika odżywczego przy pokryciu zapotrzebowania energetycznego;

INQ < 1 oznacza, że danego składnika jest za mało (proporcjonalnie do wartości energetycznej) i należy go dostarczyć w innych produktach.

3.5.2. Ilościowa ocena sposobu żywienia

Metody ilościowej oceny sposobu żywienia to źródło informacji o ilości żywności spożytej w określonym czasie (dzień, rok) przez badaną grupę ludności lub osobę, z uwzględnieniem wartości odżywczej spożywanych produktów.

Zależnie od potrzeb i możliwości (technicznych, finansowych itp.) wśród metod ilościowych wyróżnia się:

A. Metody ilościowe pośrednie – dostarczają informacji o ilości żywności wykorzystanej do przygotowania potraw i posiłków.

B. Metody ilościowe bezpośrednie – informują o ilości żywności spożytej, gdyż uwzględniają straty powstałe w procesie obróbki kulinarnej oraz resztki talerzowe.

3.5.2.A. Metody ilościowe pośrednie oceny sposobu żywienia:

1. Bilans żywności – dla oceny wyżywienia w skali kraju. Jest to suma żywności wyprodukowanej przez cały rok w kraju wraz z żywnością importowaną pomniejszona o żywność przeznaczoną na eksport i na cele inne od żywieniowych. Uzyskaną w ten sposób ilość żywności dzieli się na liczbę ludności danego kraju i uzyskuje średnie, przeciętne spożycie żywności brutto na jednego mieszkańca w roku. Metoda ta ma zastosowanie dla polityki rolnej i planowania żywienia kraju. Ponadto, dostarcza ona informacji o trendach żywieniowych panujących w danym kraju, dając jednocześnie możliwość porównania ich z trendami żywieniowymi innych narodowości oraz możliwość określenia związku między spożyciem określonych produktów żywnościowych a kształtowaniem się wskaźników umieralności czy zapadalności na określone choroby.

2. Badanie budżetów rodzinnych – wylosowane przez GUS rodziny zobowiązane są do notowania w tzw. książeczkach budżetowych ilości i rodzaju zmagazynowanej przed badaniem i zakupionej w trakcie badania żywności spożywanej przez domowników w domu. Jest to obserwacja roczna lub kwartalna. Pod koniec obserwacji od całkowitej ilości żywności odejmowana jest żywność, która pozostała oraz ta, która była stracona i zużyta do innych celów niż spożywcze. Metodą budżetów rodzinnych oblicza się średnie spożycie brutto żywności na jednego członka rodziny. Stosując tę metodę, należy pamiętać, że nie uwzględnia ona żywności spożytej poza domem oraz strat talerzowych.

3. Raporty magazynowe – dla oceny sposobu żywienia w placówkach zapewniających całodzienne wyżywienie. Na podstawie ilości żywności wydanej z magazynu (najczęściej w ciągu jednej dekady) obliczana jest ilość produktów zużytych do przygotowania posiłków dla jednej osoby w określonym czasie (na dzień, na tydzień lub dziesięć dni).

3.5.2.B. Metody ilościowe bezpośrednie oceny sposobu żywienia:

I. Metody ilościowe bezpośrednie wykorzystujące techniki rachunkowe:

1. Metoda inwentarzowa – do oceny sposobu żywienia w rodzinie. Jest to obserwacja dzienna lub kilkudniowa (do 7 dni). Obserwacja dłuższa niż tydzień zwiększa błąd pojawiający się jako skutek zmęczenia badanego. W metodzie tej określana jest średnia masa każdego produktu spożytego przez jedną osobę w ciągu dnia. Jest to metoda pracochłonna, wymagająca ważenia i notowania ilości spożytych produktów spożywczych. Jest metodą dokładniejszą od poprzednich, gdyż od ogólnej masy produktów odejmowane są niejadalne części oraz resztki kuchenne i talerzowe.

2. Metoda wagowa – pozwala na ocenę wartości odżywczej racji pokarmowej. Wazona jest żywność (części jadalne) przed przygotowaniem potrawy, przed jedzeniem (po obróbce kulinarnej) oraz resztki kuchenne i talerzowe. Na tej podstawie wyliczana jest średnia ilość produktów przypadających na jedną osobę w ciągu jednego dnia. Jest to metoda bardzo pracochłonna. Obserwacje trwają zwykle 7 dni.

3. Metoda ankietowo-wagowa – do oceny sposobu żywienia w rodzinie (spożycie poszczególnych produktów przeliczane jest na jednego członka rodziny). Jeden z członków rodziny jest odpowiedzialny za zapisywanie w miarach domowych (kromki, plasterki szklanki itp.) spożywanej żywności. Następnie, prowadzący badania wizy-

tuje 1–2 razy dziennie taką rodzinę, zapisując co i w jakich ilościach zostało spożyte oraz spisuje żywność której nie zużyto danego dnia. Na podstawie różnicy weryfikuje poprawność miar domowych z faktyczną masą spożytej żywności. Ponadto zapisuje on, ile pieniędzy przeznaczono na zakup żywności i sporządza bilans produktów żywnościowych na cały rok.

II. Metody ilościowe bezpośrednie wykorzystujące techniki wywiadu:

1. 24-godzinny wywiad żywieniowy – to zbieranie informacji o tym co zostało zjedzone przez osobę badaną (respondenta) w ciągu 24 godzin poprzedzających badanie. Przy przeprowadzaniu wywiadu pomocne są modele produktów żywnościowych (drewniane, ceramiczne, plastikowe itp.) lub fotomodele (np. opracowany przez IŻŻ *Album fotografii produktów i potraw*). Wywiad powinien być przeprowadzony kilkakrotnie (minimum z 3 dni), aby dać obraz żywienia w różnych dniach tygodnia (uwzględnienie dni świątecznych) i w różnych porach roku (sezonowość spożycia produktów spożywczych). Wywiadu nie należy przeprowadzać w kolejnych dniach jednego tygodnia, chyba że celem badania jest określenie związku spożycia z dniem tygodnia u tej samej osoby.

Dane (ilościowe i jakościowe) zebrane w trakcie wywiadu żywieniowego są wprowadzane do komputerowych programów żywieniowych (np. FOOD 1, FOOD 2, Dieta, Dietetyk, Wikt) i w ten sposób uzyskiwane są informacje o wartości energetycznej diety, zawartości białka (roślinnego, zwierzęcego), poszczególnych aminokwasów, węglowodanów (prosty i złożonych), tłuszczu ogółem, poszczególnych kwasów tłuszczowych, witamin, składników mineralnych oraz wody. Następnie zostają one porównywane z wartościami referencyjnymi ujętymi w normach spożycia – obecnie: na poziomie bezpiecznym lub zalecanym.

2. Historia żywienia – na podstawie wcześniej przygotowanej listy produktów i potraw badana jest częstość oraz ilość zwyczajowo spożywanego pokarmu w określonym przedziale czasu (najczęściej w ciągu 1–2 miesięcy). Ilości podawane są przez osobę ankietowaną w miarach domowych i w celu zmniejszenia związanego z tym błędu wprowadzono modele i fotomodele prezentujące różne wielkości porcji i ich masę, co ułatwia określenie ilościowego spożycia.

III. Metody ilościowe bezpośrednie wykorzystujące techniki analityczno-chemiczne:

1. Technika podwójnej porcji – analizie poddawana jest dokładnie taka sama porcja, jaką zjadła osoba badana.

2. Technika próbek – osoba badana zapisuje ilość spożytej żywności, zostawiając próbkę każdego produktu wykorzystanego do przygotowania potraw.

3. Technika racji odtworzonej – na podstawie zapisu wagowego oraz pozostawionych próbek zjedzonego pokarmu odtwarzana jest identyczna potrawa, jaką zjadła osoba badana.

Metody analityczno-chemiczne charakteryzuje największy stopień dokładności.

Piśmiennictwo

- Ciborowska H., Rudnicka A., *Dietetyka Żywnienie zdrowego i chorego człowieka*, PZWL, Warszawa 2007.
- Eastwood M., *Principles of human nutrition*, Chapman and Hall, London 1997.
- Fact sheets, ERNA, 2004.
- Garrow J.S., James W.P.T., Ralph A. (eds.), *Human nutrition and dietetics*, Churchill Livingstone, 1993.
- Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.), *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*, PWN, Warszawa 2006.
- Hasik J. (red.), *Dietetyka*, PZWL, Warszawa 1999.
- Karczewski K.J. (red.), *Higiena*, Czelej Sp. z o.o., Lublin 2002.
- Łysiak-Szydłowska W. (red.), *Żywnienie kliniczne*, „Via Medica”, Gdańsk 2000.
- Tatoń J., Czech A., Bernas M., *Otyłość: zespół metaboliczny*, Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2007.
- The safety of vitamins and minerals. An overview of the US Institute of Medicine's risk assessment, ERNA 2002.
- WHO Technical Report Series, 854 Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee, WHO, Geneva 1995.
- World Health Organization (WHO). Obesity. Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of the WHO Consultation on obesity, Geneva 1998.
- Ziemlański S. (red.), *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*, PZWL, Warszawa 2001.